

Tinjauan Pustaka: Peran Tabir Surya dalam Mencegah *Photoaging*

Virginintan Nabila Tifani^{1*}, Hapsari Triandriyani², Sofa Inayatullah³

¹ Program Studi Profesi Dokter Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, Indonesia

² Departemen Dermatologi dan Venereologi Rumah Sakit Umum Daerah Pasar Rebo, Indonesia

³ Departemen Dermatologi dan Venereologi Fakultas Kedokteran Universitas YARSI, Indonesia

Penulis korespondensi: virginintannabilaa@gmail.com

Abstract. *Extrinsic skin aging or photoaging occurs due to repeated and prolonged exposure to ultraviolet (UVA) and ultraviolet B (UVB). Photoaging prevention can be done, one of which is the use of sunscreen. This literature review aims to review the role of sunscreen in photoaging prevention using a variety of existing literature. Sunscreen plays an important role in preventing skin damage caused by sunlight, especially in preventing and repairing skin damage due to sun exposure (photoaging). The addition of antioxidants such as vitamin C, vitamin E, vitamin A, melatonin, polyphenols, Polypodium leucotomos (PLE) extract as well as enzymes such as photolase and T4N5 has been shown to increase protection against UV, visible light, and infrared-A rays and help repair skin damage. The use of colored sunscreen is recommended for protection from visible light. In addition, education on how to use sunscreen properly, such as reapplying every two to three hours and selecting the appropriate SPF and PA, also plays a big role in maximizing the effectiveness of skin protection from photoaging.*

Keywords: *antioxidants; photolase; photoaging; sunscreen; Extrinsic skin aging.*

Abstrak. Penuaan kulit ekstrinsik atau photoaging terjadi akibat paparan sinar ultraviolet (UV) terutama ultraviolet A (UVA) dan ultraviolet B (UVB) yang berulang dan berkepanjangan. Pencegahan photoaging dapat dilakukan salah satunya dengan penggunaan tabir surya. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk meninjau kembali peran tabir surya dalam pencegahan photoaging menggunakan berbagai literatur yang telah ada. Tabir surya berperan penting dalam mencegah kerusakan kulit akibat sinar matahari, terutama dalam mencegah serta memperbaiki kerusakan kulit akibat paparan sinar matahari (photoaging). Penambahan antioksidan seperti vitamin C, vitamin E, vitamin A, melatonin, polifenol, ekstrak *Polypodium leucotomos* (PLE) serta enzim seperti fotoliase dan T4N5 terbukti meningkatkan perlindungan terhadap sinar UV, cahaya tampak, dan infrared-A serta membantu memperbaiki kerusakan kulit. Penggunaan tabir surya berwarna disarankan untuk perlindungan dari cahaya tampak. Selain itu, edukasi mengenai cara penggunaan tabir surya yang tepat, seperti pengaplikasian ulang setiap dua hingga tiga jam serta pemilihan SPF dan PA yang sesuai, juga sangat berperan dalam memaksimalkan efektivitas perlindungan kulit dari photoaging.

Kata kunci: antioksidan; fotoliase; *photoaging*; tabir surya; Penuaan kulit ekstrinsik.

1. LATAR BELAKANG

Penuaan kulit merupakan proses fisiologis yang dialami setiap manusia dan tidak dapat dihindari. Penuaan kulit merupakan proses penurunan fungsional kulit secara progresif yang dapat disebabkan oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik (Sukma dkk., 2023). Penuaan kulit intrinsik merupakan proses fisiologis seiring dengan bertambahnya usia (Ahmad dan Damayanti, 2018). Sedangkan, penuaan kulit ekstrinsik merupakan penurunan fungsi kulit yang dipengaruhi oleh faktor eksternal (Sukma dkk., 2023). Pada penuaan ekstrinsik terjadi penebalan epidermis, terganggunya diferensiasi keratinosit, dan penurunan ekspresi kolagen tipe VII. Proses ini mengakibatkan pembentukan kerutan, kulit kasar, dan kulit menjadi longgar. Mekanisme terjadinya *photoaging* disebabkan oleh paparan sinar ultraviolet (UV) (Yusharyahya, 2021).

2. KAJIAN TEORITIS

Penuaan kulit ekstrinsik atau *photoaging* terutama terjadi akibat paparan sinar UV yang berulang dan berkepanjangan. *Photoaging* terutama disebabkan oleh paparan sinar ultraviolet A (UVA) dan ultraviolet B (UVB). Paparan UVA menyebabkan kerusakan yang menghasilkan *reactive oxygen species* (ROS) sehingga terjadi stres oksidatif. Hal ini memicu degradasi komponen seluler (lipid, protein, dan *deoxyribonucleic acid*), degradasi kolagen serta elastin oleh *matrix metalloproteinase* (MMP) yang mengakibatkan kerusakan protein sehingga terjadi kerutan dan hilangnya elastisitas kulit. Radiasi UVB merangsang respon inflamasi melalui peningkatan sitokin dan mediator inflamasi yang menyebabkan gangguan fungsi kekebalan pada kulit (Samantaray, 2025).

Pencegahan *photoaging* dapat dilakukan salah satunya dengan penggunaan tabir surya. Tabir surya merupakan produk yang dapat melindungi kulit dari paparan radiasi yang dihasilkan oleh matahari. Tabir surya dikategorikan menjadi dua, yaitu tabir surya organik dan tabir surya anorganik. Tabir surya organik mengandung bahan yang dapat menyerap radiasi UV kemudian diubah menjadi energi termal. Agen organik ini adalah bahan berbasis karbon yang menyerap UVB. Tabir surya anorganik bekerja dengan menyerap radiasi UV dan memantulkan cahaya (Salih dkk., 2024). Agen anorganik yang biasa digunakan adalah seng oksida (ZnO) dan titanium dioksida (TiO₂) yang dapat memberikan perlindungan terhadap UVA dan UVB (Rezkyana Danil, 2025).

Beberapa penelitian telah mendukung efektivitas tabir surya dalam mencegah *photoaging*. Penggunaan tabir surya secara rutin memberikan perlindungan terhadap radiasi UV sehingga mengurangi risiko terjadinya *photoaging* (Guan *et al.*, 2021). Penggunaan tabir surya dengan spektrum luas, yaitu *sun protective factor* (SPF) 30 atau lebih tinggi terbukti efektif sebagai fotoproteksi dalam mencegah *photoaging* (Pedić *et al.*, 2020). Pada penelitian Batari tahun 2024 mengenai kesadaran, gaya hidup, dan penggunaan tabir surya pada kalangan usia dewasa muda menunjukkan hanya 30.5% partisipan yang mengetahui bahwa tabir surya dapat berperan dalam pencegahan proses penuaan dini. Hal ini menunjukkan kurangnya pengetahuan partisipan mengenai peran tabir surya dalam pencegahan penuaan dini.

3. METODE PENELITIAN

Penelusuran literatur ilmiah ini dilakukan secara sistematis melalui basis data ilmiah, yaitu *PubMed* dan *Google Scholar* untuk memperoleh sumber - sumber yang relevan dan terkini. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci seperti “*sunscreen*” dan “*photoaging*.” Kriteria inklusi yang diterapkan dalam seleksi artikel meliputi: (1) artikel yang

ditulis dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia, (2) diterbitkan dalam rentang waktu tahun 2018 - 2025, (3) memiliki relevansi terhadap topik efektivitas tabir surya dalam mencegah *photoaging*. Artikel yang memenuhi kriteria tersebut kemudian dievaluasi lebih lanjut untuk menilai kualitas metodologi penelitian, validitas data, serta kontribusinya terhadap pemahaman ilmiah tentang peran tabir surya sebagai pencegahan *photoaging*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

AGING

Penuaan intrinsik (*aging*) merupakan proses alami yang terjadi pada kulit seiring bertambahnya usia, umumnya mulai terlihat pada akhir dekade ketiga kehidupan (Ahmad dan Damayanti, 2018). Faktor utama penyebab terjadinya penuaan intrinsik adalah usia yang sering dikaitkan dengan terjadinya peningkatan kerutan pada kulit (Wong dan Chew, 2021). Penuaan intrinsik akibat bertambahnya usia dipengaruhi oleh faktor genetik, metabolisme sel, dan hormonal (Yusharyahya, 2021). Proses penuaan intrinsik berlangsung secara perlahan dan menyebabkan berbagai perubahan pada struktur jaringan kulit (Ahmad dan Damayanti, 2018).

Secara klinis, kulit yang mengalami penuaan intrinsik akan tampak lebih pucat, muncul garis - garis halus, serta terjadi atrofi pada lapisan epidermis dan dermis sehingga kulit terlihat lebih tipis (Ahmad dan Damayanti, 2018). Fungsi kelenjar keringat dan kelenjar sebacea juga menurun dengan sekresi sebum yang lebih sedikit sehingga menyebabkan kulit menjadi kering (Shin *et al.*, 2023). Kulit kering sering menyebabkan timbulnya rasa gatal. Penuaan ini juga ditandai dengan penurunan jaringan lemak subkutan termasuk lemak pada wajah yang mengakibatkan tampilan pipi tampak cekung dan dalam serta munculnya kantung di bawah mata (Ahmad dan Damayanti, 2018). Pada penuaan kulit intrinsik, lapisan epidermis menipis sehingga kontak permukaan dermis dan epidermis menipis dan pertukaran nutrisi ke lapisan epidermis berkurang. Akibatnya kulit menjadi lebih rapuh, mudah lecet, dan robek akibat trauma ringan (Yusharyahya, 2021).

Proses terjadinya penuaan intrinsik pada kulit disebabkan oleh penurunan kemampuan proliferasi sel kulit (keratinosit, fibroblas, dan melanosit), penurunan sintesis matriks ekstraseluler, dan peningkatan enzim yang mendegradasi kolagen di lapisan dermis. Proliferasi fibroblas yang melambat memengaruhi produksi kolagen pada lapisan dermis sehingga menyebabkan terjadinya kerutan. Peningkatan aktivitas MMP pada sel fibroblas menyebabkan degradasi kolagen pada lapisan dermis (Ahmad dan Damayanti, 2018). Produksi prokolagen tipe 1 pada kulit yang menua berkurang karena terjadi penurunan sinyal *transforming growth factor-beta* (TGF- β) serta penurunan faktor pertumbuhan jaringan ikat (Yusharyahya, 2021).

Proses penuaan intrinsik juga dipengaruhi oleh ketidakseimbangan produksi ROS, efektivitas sistem penangkal radikal bebas, dan sistem perbaikan kulit. Peningkatan ROS menyebabkan kerusakan pada lipid, protein, dan *deoxyribonucleic acid* (DNA) yang akan memicu penuaan kulit (Ahmad dan Damayanti, 2018).

PHOTOAGING

Selain penuaan intrinsik, terdapat penuaan ekstrinsik pada kulit yang terutama disebabkan oleh sinar UV. Berbeda dengan penuaan intrinsik, penuaan ekstrinsik tidak dipengaruhi oleh bertambahnya usia, faktor genetik, metabolisme sel, dan hormonal (Yusharyahya, 2021). Penuaan ekstrinsik atau *photoaging* merupakan penuaan yang disebabkan oleh berbagai faktor eksternal sehingga mempercepat proses penuaan kulit salah satunya adalah paparan sinar matahari yang mengandung sinar UV (Ahmad dan Damayanti, 2018). Pada penuaan ekstrinsik, paparan sinar UV dari matahari merupakan faktor utama. Sinar UV terdiri dari tiga tipe, yaitu ultraviolet C (UVC) yang memiliki efek kecil pada kulit, UVB yang dapat menembus sampai lapisan epidermis, dan UVA yang dapat menembus hingga ke lapisan dermis sehingga menyebabkan penuaan kulit dan pigmentasi (Yusharyahya, 2021).

Seseorang dengan riwayat paparan sinar matahari memiliki risiko paparan sinar UV yang lebih tinggi seperti pada pekerja lapangan. Area kulit seperti pada wajah, leher, dan tangan merupakan area yang cenderung terbuka dan menjadi predileksi terjadinya *photoaging* (Ahmad dan Damayanti, 2018). Gaya hidup yang tidak sehat, seperti sering terpapar sinar matahari tanpa perlindungan, merokok, konsumsi alkohol, kurang tidur, pola makan tinggi gula, serta kurangnya aktivitas fisik dapat memperburuk kondisi kulit dan mempercepat timbulnya tanda-tanda *photoaging*. Kebiasaan ini memicu stres oksidatif yang merusak sel-sel kulit dan mempercepat degradasi kolagen, yang berujung pada terbentuknya kerutan, hiperpigmentasi, dan kulit kusam (Knaggs dan Lephart, 2023). Polusi udara dan paparan asap tembakau juga berperan pada terjadinya peningkatan kerutan, penurunan elastisitas kulit, dan perubahan pigmentasi kulit sehingga sering dikaitkan dengan terjadinya *photoaging* (Krutmann *et al.*, 2021).

Pada mekanisme terjadinya *photoaging*, UVB menyebabkan kerusakan pada DNA keratinosit serta melanosit yang terdapat di epidermis. Kerusakan DNA dalam jangka waktu yang lama akibat paparan sinar UV berhubungan dengan penuaan kulit dan karsinogenesis kulit. Ultraviolet A juga berperan kuat menyebabkan kerusakan DNA karena jumlah yang tinggi pada sinar matahari. Ultraviolet A terutama menyebabkan kerusakan DNA oksidatif. Individu yang terpapar sinar UV secara terus menerus dapat menghasilkan enzim fotolisis. Enzim fotolisis berperan penting dalam memperbaiki kerusakan DNA. Kerusakan DNA yang

tidak mengalami perbaikan dapat menyebabkan mutasi pada gen sehingga terjadi penuaan dan keganasan. Disfungsi autofagi menyebabkan peningkatan peroksidase lipid yang berperan dalam terjadinya *photoaging*. Radiasi UVB yang tinggi menyebabkan penghambatan pada terjadinya autofagi. Paparan sinar UV memicu terjadinya kematian pada sel kulit. Ultraviolet B dapat menginduksi terjadinya apoptosis keratinosit dan UVA dapat memicu terjadinya apoptosis fibroblas. Hal ini menyebabkan penuaan dini pada sel - sel kulit (Xu *et al.*, 2024).

Sinar UV meningkatkan produksi ROS. Akumulasi ROS menyebabkan kerusakan pada DNA mitokondria yang berperan pada terjadinya penuaan. Produksi ROS juga memicu ekspresi sitokin inflamasi. Produk ROS meningkatkan produksi MMP melalui aktivasi *activator protein-1* (AP-1) yang juga berperan dalam penuaan dini. Aktivasi AP-1 menghambat *growth factor* β sehingga mengganggu kemampuan kulit dalam mensintesis kolagen. Sinar UVB memicu produksi MMP yang berfungsi dalam degradasi protein matriks ekstraseluler termasuk elastin, fibronectin, dan kolagen. *Matrix metalloproteinase-1* (kolagenase) berperan dalam degradasi kolagen tipe I dan tipe III pada proses penuaan dini kulit. *Matrix metalloproteinase-2* dan MMP-9 (gelatinase) berkontribusi dalam degradasi kolagen tipe IV pada penuaan dini kulit. *Matrix metalloproteinase-3* (lisin matriks) terlibat dalam degradasi kolagen tipe I serta menginisiasi aktivasi MMP-1, MMP-7, dan MMP-9 selama penuaan dini kulit. Selain itu, MMP-10 (lisin matriks) berfungsi mengaktifkan berbagai pre-MMP dalam proses penuaan dini kulit, sedangkan MMP-7 (faktor terlarut matriks) dan MMP-12 memiliki peran dalam degradasi serat elastin pada tahap penuaan dini kulit (Xu *et al.*, 2024).

Ultraviolet A dapat menembus lebih dalam ke kulit dan merusak jaringan melalui pemicu kerusakan sel dan kolagen, sementara UVB juga berkontribusi dengan menimbulkan stres oksidatif dan merusak serat elastin kulit. Sinar UVA menembus ke dalam dermis, menghasilkan ROS dan meningkatkan produksi MMP sehingga merusak jaringan ikat, serta pembuluh darah, dan matriks ekstraseluler. Akibatnya, pada kulit terjadi perubahan pigmentasi, muncul kerutan, dan kehilangan elastisitas. Sinar UVB terutama memengaruhi epidermis, menyebabkan kerusakan DNA, dan memicu terjadinya peradangan (Samantaray, 2025). Ultraviolet A berperan pada terjadinya pigmentasi, kerusakan DNA, dan *photoaging*. Kulit yang lebih gelap secara alami lebih terlindungi dari sinar UVB, namun kulit jenis ini lebih rentan terhadap UVA dan *visible light*. Sementara pada kulit terang perlindungan terhadap UVB dinilai lebih penting karena kerusakan DNA dapat memengaruhi lapisan basal kulit (Passeron *et al.*, 2021). Selain sinar UVA dan UVB, cahaya tampak (*visible light*), dan *infrared* juga berperan pada terjadinya *photoaging*. Cahaya tampak (*visible light*) dan *infrared* menunjukkan peningkatan ekspresi MMP-1 dan penurunan pro kolagen tipe 1 sehingga

keduanya terbukti berperan dalam degradasi kolagen pada kulit (Guan *et al.*, 2021). *Infrared* mencakup 45% dari spektrum matahari yang mencapai kulit manusia. *Infrared A* (IR-A) yang dapat menembus kulit mengakibatkan kerusakan pada jaringan kolagen, matriks ekstraseluler, pembentukan kulit, dan penipisan pada kulit (Xu *et al.*, 2024).

Secara umum, *photoaging* ditandai oleh kemunculan eritema, elastosis, telangiectasia, hiperpigmentasi atau hipopigmentasi, kulit menjadi kendur, atrofi, tekstur kulit yang kasar, serta munculnya kerutan, baik yang bersifat halus atau dalam maupun kombinasi keduanya. Selain itu, kekeringan kronis dan pruritus (rasa gatal) juga sering ditemukan sebagai gejala yang menyertai. *Photoaging* terbagi menjadi dua jenis yaitu *atropic* dan *hypertropic* dengan karakteristik yang berbeda. *Atrophic photoaging* (AP) ditandai dengan kulit yang tampak tipis, mengkilap, kemerahan, dan rapuh akibat degradasi kolagen dan matriks ekstraseluler, serta memiliki risiko kanker kulit yang lebih tinggi, sedangkan *hypertrophic photoaging* (HP) ditandai dengan kulit yang menebal, kasar, berkerut dalam, dan tampak kusam, dengan tampilan penuaan yang lebih ekstrim namun risiko kanker kulit yang lebih rendah (Xu *et al.*, 2024).

Berdasarkan klasifikasi Glogau, *photoaging* terbagi menjadi empat tipe. Tipe I (*mild*) merupakan fase awal yang terjadi pada usia 20 sampai 30 tahun dan tidak disertai adanya keriput. Tipe II (*moderate*) mulai terjadi tanda – tanda keriput saat gerakan ekspresi wajah dan dijumpai pada usia 30 – 40 tahun. Tipe III (*advanced*) ditandai dengan keriput saat istirahat yang ditemukan saat usia 50 tahun. Tipe IV (*severe*) ditandai dengan banyak kerutan yang biasanya dijumpai pada usia 60 tahun (Ahmad dan Damayanti, 2018).

TABIR SURYA

Tabir surya merupakan produk yang dioleskan pada kulit manusia untuk melindungi kulit dari sinar UV. Formula fotoproteksi yang dimiliki tabir surya secara langsung menghalangi radiasi sinar UV dari matahari melalui penyerapan, pemantulan, atau penyebaran. Individu yang menggunakan tabir surya secara rutin terbukti mengalami kerusakan kulit yang lebih sedikit dibandingkan individu yang tidak menggunakan tabir surya. Penggunaan tabir surya menurunkan risiko terkena kanker kulit dan penuaan dini (Geoffrey *et al.*, 2019).

Berdasarkan rute pemberian, tabir surya diklasifikasikan sebagai topikal dan sistemik. Tabir surya topikal diklasifikasikan menjadi dua, yaitu organik dan anorganik. Tabir surya organik mengandung bahan yang dapat menyerap radiasi UV kemudian diubah menjadi energi termal lalu dilepaskan dari kulit (Salih dkk., 2024). Agen organik merupakan senyawa yang berikatan dengan karbon. Senyawa ini diklasifikasikan berdasarkan jenis perlindungannya,

yaitu filter UVB (contoh: *para-aminobenzoic acid*, padimat O), filter UVA (contoh: benzofenon, oksibenzon), dan filter spektrum luas yang mencakup UVA dan UVB (contoh: besoktrisol, avobenzon) (Geoffrey *et al.*, 2019). Tabir surya anorganik juga bekerja dengan menyerap radiasi UV serta dengan memantulkan cahaya (Salih dkk., 2024). Tabir surya anorganik juga bekerja dengan menyebarkan sinar UV ke lingkungan (Geoffrey *et al.*, 2019). Agen anorganik yang biasa digunakan adalah seng oksida (ZnO) dan titanium dioksida (TiO₂) yang dapat memberikan perlindungan terhadap UVA dan UVB (Rezkyana Danil, 2025). Tabir surya sistemik diserap oleh tubuh kemudian terakumulasi pada kulit. Tabir surya sistemik meliputi asam askorbat, retinol, β -karoten, dan kandungan polifenol dalam teh hijau (Geoffrey *et al.*, 2019).

Terdapat berbagai macam sediaan tabir surya yang telah tersedia. Tabir surya organik dapat berupa salep dan losion yang akan membentuk lapisan tipis pada permukaan kulit sehingga memberikan perlindungan dari sinar UV. Tabir surya organik memiliki potensi penyerapan secara sistemik sehingga efek umum sensitasi sering terjadi. Sediaan tabir surya anorganik diantaranya, yaitu krim yang bersifat lengket serta berminyak, emulsi, dan semprot. Tabir surya anorganik memiliki efek sensitasi minimal dan fotostabilitas yang tinggi sehingga cocok digunakan untuk individu dengan tipe kulit sensitif. Namun karena sediaan yang tersedia berupa krim yang bersifat lengket dan berminyak hal ini menyebabkan efek kilau berlebihan sehingga secara estetika tabir surya organik lebih banyak dipilih (Geoffrey *et al.*, 2019).

Jenis tabir surya yang digunakan sebaiknya adalah tabir surya dengan spektrum luas dengan jumlah 2 mg/cm² (Pedić *et al.*, 2020). Tabir surya diaplikasikan pada bagian wajah dan tubuh termasuk pada leher, telinga, dan pelipis. Tabir surya digunakan 15 - 30 menit sebelum paparan sinar matahari kemudian dioleskan kembali 15 - 30 menit setelah paparan matahari (Salih dkk., 2024). Tabir surya dioleskan kembali setiap dua sampai tiga jam atau lebih sering saat berkeringat dan setelah berenang (Pedić *et al.*, 2020). Penggunaan tabir surya dapat dilakukan menggunakan “*modified teaspoon rule*,” yaitu satu sendok teh pada leher, wajah, dan kepala, satu sendok teh pada masing – masing lengan atas dan bawah, dua sendok teh pada punggung, dua sendok teh pada kaki dan paha (Portilho *et al.*, 2022). Pada orang dewasa dibutuhkan sekitar 30 ml tabir surya untuk melindungi kulit yang tidak tertutup pakaian (American Academy of Dermatology, 2025).

Efektivitas tabir surya ditentukan oleh SPF, *purified protein derivative* (PPD), dan *immature platelet fraction* (IPF). *Sun protective factor* merupakan kemampuan tabir surya mencegah terjadinya eritema setelah paparan sinar UV. *Sun protective factor* digunakan untuk mengevaluasi efektivitas tabir surya terhadap radiasi sinar UVB (Portilho *et al.*, 2022). *Sun*

protective factor merupakan nilai bagi dari jumlah energi sinar UV yang diperlukan untuk mencapai *minimal erythema dose* (MED) pada kulit yang telah dilindungi oleh tabir surya dengan jumlah energi sinar UV untuk mencapai MED pada kulit yang tidak diberikan perlindungan. Pengujian nilai SPF dilakukan dengan *in vitro* dan *in vivo* (Sari dan Fitrianiingsih, 2020). Penilaian SPF dikategorikan menjadi rendah (SPF 2-15), sedang (SPF 15-30), dan tinggi (SPF >50) (Geoffrey *et al.*, 2019). Disarankan menggunakan tabir surya dengan SPF 30 atau lebih (Salih dkk., 2024). *Sun protective factor* 15 mampu menyebar 93% sinar UV, SPF 30 dapat menyerap 96% sinar UV, dan SPF 50 memiliki kemampuan hingga 98% (Thi *et al.*, 2019).

Purified protein derivative adalah rasio antara dosis minimal yang dibutuhkan untuk menginduksi pigmentasi pada kulit yang dilindungi dan tidak dilindungi. Pengukuran ini dilakukan dengan *in vivo* untuk menentukan kemampuan tabir surya untuk melindungi sinar UVA (Geoffrey *et al.*, 2019). Tingkat perlindungan sinar UV dinyatakan dengan *protection grade of UVA* (PA). *Protection grade of UVA* + menunjukkan perlindungan rendah dari dua hingga empat filter UVA. *Protection grade of UVA* ++ mengandung empat hingga delapan filter yang menunjukkan tingkat perlindungan sedang. Perlindungan tinggi ditunjukkan dengan PA+++ dan PA++++ yang terdiri dari lebih dari delapan filter UVA (Thi *et al.*, 2019). Pada *immature platelet fraction* (IPF) dinilai berdasarkan kemampuan tabir surya dalam menghambat terjadinya sensitasi atau reaksi hipersensitivitas tipe lambat terhadap alergen seperti nikel dan dinitroklorobenzena. *Immature platelet fraction* mengacu pada kemampuan tabir surya dalam mencegah imunosupresi akibat sinar UV (Geoffrey *et al.*, 2019).

Efektivitas tabir surya dipengaruhi oleh berbagai hal, yaitu tingkat perlindungan SPF, jumlah produk yang diaplikasikan, kondisi paparan (langsung atau tidak langsung), jenis produk yang digunakan, dan pengaplikasian ulang produk. Formulasi krim atau losion dinilai ideal untuk tabir surya yang bersifat tahan air karena campuran minyak serta pengemulsi tidak menyerap air. Produk yang berbahan dasar minyak dinilai kurang efektif karena kemampuan yang buruk dalam membentuk lapisan pelindung kulit (Portilho *et al.*, 2022).

PERAN TABIR SURYA DALAM MENCEGAH PHOTOAGING

Kerusakan kolagen dan peningkatan stres oksidatif akibat paparan sinar matahari tanpa perlindungan pada kulit mempercepat proses *photoaging* (Infante dan Maia Campos, 2022). Pencegahan *photoaging* dapat dilakukan dengan menghindari sinar matahari, menggunakan pakaian pelindung matahari, dan menggunakan tabir surya (Pedić *et al.*, 2020). Penggunaan tabir surya menunjukkan efek perlindungan kulit yang efektif. Namun, tabir surya tidak memiliki efek perbaikan pada sel - sel kulit akibat paparan sinar UV (Luze *et al.*, 2020).

Grimes dkk (2020) melakukan penelitian untuk menilai manfaat tabir surya SPF 30/PPD 20 pada perempuan Hispanik dengan tipe kulit Fitzpatrick IV dan V selama 12 bulan dibandingkan dengan kelompok observasional dengan subjek yang tidak menggunakan tabir surya secara rutin. Subjek dievaluasi pada bulan ke 3, 6, 9, 12; Dilakukan pengukuran kecerahan kulit, kadar melanin, eritema, dan pemeriksaan imunohistokimia dengan sampel yang diperoleh melalui biopsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kelompok observasional terdapat perubahan warna dan lesi hiperpigmentasi yang memburuk saat musim panas. Sedangkan pada subjek pengguna tabir surya terjadi perbaikan klinis terkait warna, hiperpigmentasi, dan bintik hitam pada daerah wajah, tangan, dan leher. Perbaikan juga terlihat pada garis halus, tekstur halus, dan kualitas kulit secara keseluruhan serta sedikit perbaikan pada kerutan kasar. Peningkatan kecerahan kulit dan penurunan kadar melanin terlihat pada subjek dengan penggunaan tabir surya setiap hari, dengan efek maksimal pada bulan ke-12. Pada kelompok observasional tanpa penggunaan tabir surya menunjukkan kecenderungan pigmentasi yang lebih tinggi dan peningkatan signifikan sel makrofag *cluster of differentiation 68 -positive* sebagai penanda terjadinya inflamasi akibat paparan sinar UV. Dapat disimpulkan bahwa tabir surya memiliki peran penting sebagai perlindungan kulit terhadap sinar matahari dan dapat memulihkan kerusakan kulit akibat sinar matahari (Grimes *et al.*, 2020).

Penggunaan tabir surya dapat menghambat terjadinya kerusakan DNA dan apoptosis. Tabir surya yang digunakan setiap hari terbukti mengurangi elastosis dan menunjukkan perbaikan pada kulit dengan tanda klinis *photoaging* (Young, 2023). Penggunaan tabir surya dengan spektrum luas terbukti mencegah ekspresi MMP-1 yang dikenal sebagai pemecah protein matriks ekstrasuleler, sehingga menyebabkan terbentuknya kerutan dan elastosis (Pedić *et al.*, 2020). Penggunaan tabir surya spektrum luas menunjukkan kerusakan kulit yang minimal. Sedangkan, kulit tanpa perlindungan tabir surya menunjukkan terjadinya melanisasi, peningkatan ketebalan lapisan epidermis (stratum korneum dan granulosum), dan penurunan pro kolagen tipe I (Guan *et al.*, 2021).

Tabir surya dirancang agar dapat menyerap lebih dari 90% sinar UVB. Tabir surya yang efektif harus memberikan perlindungan terhadap sinar UVB dan sinar UVA. Tingkat perlindungan sinar UVB harus mencapai SPF minimal, yaitu SPF 6 (perlindungan rendah) sedangkan perlindungan minimum terhadap sinar UVA harus 1/3 dari perlindungan sinar UVB. Semakin tinggi konsentrasi filter pada tabir surya maka semakin tinggi nilai SPF dan semakin baik perlindungannya terhadap sinar matahari (Uzdrowska dan Górska-Ponikowska, 2022). Penggunaan tabir surya spektrum luas dengan SPF 15 setiap hari selama 4,5 tahun terbukti memperlambat proses *photoaging*. Pada individu yang menggunakan tabir surya SPF 15+

setiap hari memiliki kerutan dan kulit kasar 24% lebih sedikit dibandingkan dengan individu yang tidak teratur menggunakan tabir surya (Passeron *et al.*, 2021). Penggunaan SPF 100 terbukti menimbulkan kerusakan yang lebih sedikit dibandingkan dengan penggunaan SPF 50. Tabir surya dengan spektrum luas dan SPF tinggi juga menunjukkan perbaikan terhadap kemerahan dan hiperpigmentasi pada kulit setelah penggunaan rutin selama satu tahun (Pedić *et al.*, 2020). Disarankan untuk menggunakan tabir surya dengan SPF 50 setiap hari untuk perlindungan yang optimal (Young, 2023).

Tabir surya spektrum luas juga tidak hanya mencegah kemungkinan kerusakan tetapi juga berperan dalam memperbaiki kerusakan akibat akumulasi sinar matahari yang terjadi sebelumnya (Pedić *et al.*, 2020). Tabir surya berperan dalam perbaikan pada tekstur dan pigmentasi pada pasien dengan penuaan ekstrinsik (Guan *et al.*, 2021). Tabir surya spektrum luas juga terbukti mencegah pigmentasi, mencegah kerutan, dan memperbaiki hidrasi (Krutmann *et al.*, 2021). Penggunaan tabir surya SPF 30 berspektrum luas setiap hari secara signifikan memperbaiki tanda-tanda penuaan seperti kerutan di sekitar mata, garis - garis halus, pigmentasi berbintik-bintik, dan warna kulit yang tidak merata (Passeron *et al.*, 2021).

Penambahan antioksidan menunjukkan potensi dalam melindungi kulit yang disebabkan oleh cahaya tampak (*visible light*) dan radiasi IR-A (Guan *et al.*, 2021). *Infrared-A* menginduksi ekspresi MMP-1 yang berkontribusi pada terjadinya kerutan. Kombinasi tabir surya dengan antioksidan terbukti memperluas perlindungan kulit terhadap IR-A yang berkontribusi terhadap terjadinya *photoaging* dibandingkan dengan tabir surya biasa (Krutmann *et al.*, 2021). Penggunaan tabir surya yang dikombinasikan dengan bahan antioksidan terbukti dapat mengurangi produksi ROS, sitokin pro inflamasi, dan MMP-1. Formulasi vitamin C dengan vitamin E (alpha-tokoferol) dan asam ferulat (CEFer) terbukti mengurangi eritema yang diinduksi UV, dimer timin, dan induksi p53. Penambahan vitamin A menunjukkan manfaat dalam pencegahan *photoaging* yang bekerja dengan mengikat reseptor untuk menghambat AP-1 dan ekspresi MMP-1, sehingga terjadi peningkatan proliferasi epidermis dan peningkatan produksi kolagen. Ekstrak kedelai sebagai zat tambahan dapat mengurangi pigmentasi, garis halus, dan tekstur kulit. Penambahan polifenol juga terbukti lebih baik dalam melindungi kulit dari radiasi sinar UV dengan menurunkan kadar MMP-1 dibandingkan dengan tabir surya saja. Melatonin menunjukkan potensi mencegah *photoaging* dengan mengurangi generasi radikal bebas dan stres oksidatif serta terbukti meningkatkan perbaikan DNA dan melindungi kulit dari eritema yang timbul akibat sinar UV. Ekstrak *Polypodium leucotomos* (PLE) memiliki efek antioksidatif dan anti-inflamasi. Penambahan ekstrak PLE pada tabir surya mengurangi eritema yang ditimbulkan oleh sinar UVB dan cahaya

tampak (*visible light*) serta mengurangi pigmentasi pada kulit (Guan *et al.*, 2021). Penambahan flavonoid dan katekin juga dapat memperkuat perlindungan terhadap sinar matahari (Uzdrowska dan Górska-Ponikowska, 2022).

Penggunaan tabir surya dengan warna (*tinted sunscreen*) yang menggabungkan besi oksida dan titanium dioksida berwarna dapat memberikan perlindungan terhadap cahaya tampak (*visible light*) dan dapat menyesuaikan dengan warna kulit (Guan *et al.*, 2021). Tabir surya berspektrum luas berwarna dianjurkan untuk melindungi kulit dari *visible light* sehingga mencegah terjadinya melasma dan hiperkromia kulit (Krutmann *et al.*, 2021). Infante dan Maia Campos (2022) mengevaluasi pemanfaatan tabir surya SPF 50 dengan penambahan antioksidan tinggi selama lima belas hari pada pria usia 18 - 28 tahun. Pada penelitian ini 36 subjek menunjukkan tanda – tanda *photoaging* seperti eritema pada wajah terutama area malar dan hidung, peningkatan telangiectasia, dan nilai *echogenicity* rendah yang menunjukkan rendahnya kepadatan serta distribusi kolagen. Subjek dievaluasi setelah penggunaan tabir surya SPF 50 dengan penambahan antioksidan tinggi selama lima belas hari. Hasil penelitian didapatkan penurunan eritema dan terjadi peningkatan *echogenicity* pada kulit subjek setelah penggunaan tabir surya SPF 50 dengan antioksidan tinggi setiap hari. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan tabir surya SPF 50 dengan penambahan antioksidan tinggi secara rutin dapat memberikan hasil yang positif dalam meningkatkan kesehatan kulit dan pencegahan *photoaging* (Infante dan Maia Campos, 2022).

Pencegahan *photoaging* dapat ditingkatkan dengan dengan penggunaan tabir surya yang mengandung enzim perbaikan DNA dan antioksidan. Terdapat dua enzim yang terbukti memiliki peran dalam pencegahan *photoaging*, yaitu fotoliase dan T4 endonuklease V (T4N5). Terjadi penurunan jumlah *cyclobutane pyrimidine dimer* (CPD) akibat paparan sinar UVB sebesar 40 - 45%, membuktikan bahwa fotoliase memiliki kemampuan aktif dalam perbaikan kerusakan DNA. Fotoliase mampu menghambat apoptosis dengan menghambat sitokin pro inflamasi sehingga mengurangi terjadinya peradangan pada kulit. T4 endonuklease V adalah enzim yang diisolasi dari bakteri *Escherichia coli* yang terinfeksi oleh bakteriofag T4. Enzim ini berperan dalam merangsang proses regenerasi kulit. T4 endonuklease V berperan dalam pencegahan *photoaging* dengan mekanisme perlindungan terhadap kerusakan pada komponen matriks ekstraseluler. Fotoliase dan T4N5 terbukti dapat mengurangi induksi MMP-1 pada sel kulit sehingga mengurangi terjadinya kerusakan kolagen. Tabir surya harus memberikan perlindungan terhadap sinar UVB dan UVA, memiliki stabilitas filter, kemampuan mengikat ROS, dan memiliki enzim perbaikan DNA. Penambahan kombinasi antioksidan dan fotoliase terbukti efektif menurunkan kadar CPD dan kerusakan protein akibat ROS (Luze *et al.*, 2020).

Penambahan antioksidan dan enzim fotoliase pada tabir surya SPF 50 terbukti secara signifikan mengurangi tanda *photoaging* dibandingkan dengan tabir surya saja atau tabir surya dengan penambahan antioksidan (Guan *et al.*, 2021). Penambahan enzim perbaikan DNA ke dalam formulasi tabir surya menjadi alternatif dalam mencegah *photoaging* dan keganasan akibat paparan sinar UV (Luze *et al.*, 2020).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan tabir surya berperan penting dalam mencegah kerusakan kulit akibat sinar matahari terutama dalam mencegah serta memperbaiki kerusakan kulit akibat paparan sinar matahari (*photoaging*). Tabir surya spektrum luas yang mengandung filter anorganik lebih direkomendasikan karena lebih aman meskipun memiliki kekurangan estetika, sementara filter organik menyerap UV namun berpotensi menimbulkan efek samping sistemik. Penambahan antioksidan seperti vitamin C, vitamin E, vitamin A, melatonin, polifenol, ekstrak PLE serta enzim seperti fotoliase dan T4N5 terbukti meningkatkan perlindungan terhadap sinar UV, cahaya tampak, dan IR-A serta membantu memperbaiki kerusakan kulit dengan mengurangi stres oksidatif, peradangan, dan ekspresi MMP-1. Penggunaan tabir surya berwarna yang mengandung pigmen seperti besi oksida disarankan untuk perlindungan dari cahaya tampak dan terutama dapat mencegah hiperpigmentasi. Tabir surya menjadi komponen penting dalam perawatan kulit sebagai tindakan preventif dan pemeliharaan terhadap efek negatif sinar matahari.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, Z., & Damayanti. (2018). Penuaan kulit: Patofisiologi dan manifestasi klinis. Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin – Periodical of Dermatology and Venereology, 30(3), 208–215. <http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=850430&val=7405&title=Penuaan>
- American Academy of Dermatology. (2025). Sunscreen (pp. 1–7). <https://www.aad.org/media/stats-sunscreen>
- Geoffrey, K., Mwangi, A. N., & Maru, S. M. (2019). Sunscreen products: Rationale for use, formulation development and regulatory considerations. Saudi Pharmaceutical Journal, 27(7), 1009–1018. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2019.08.003>
- Grimes, P., et al. (2020). Long-term benefits of daily photo-protection with a broad-spectrum sunscreen in United States Hispanic female population. Journal of Drugs in Dermatology, 19(3), 236–242. <https://doi.org/10.36849/JDD.2020.4836>

- Guan, L. L., Lim, H. W., & Mohammad, T. F. (2021). Sunscreens and photoaging: A review of current literature. *American Journal of Clinical Dermatology*, 22(6), 819–828. <https://doi.org/10.1007/s40257-021-00632-5>
- Infante, V. H. P., & Maia Campos, P. M. B. G. (2022). Applying sunscreen SPF 50 with high antioxidant capacity during fifteen days improves the dermis echogenicity and reduces the reddish skin undertone. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 22(3), 872–879. <https://doi.org/10.1111/jocd.15528>
- Knaggs, H., & Lephart, E. D. (2023). Enhancing skin anti-aging through healthy lifestyle factors. *Cosmetics*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/cosmetics10050142>
- Krutmann, J., Schalka, S., Watson, R. E. B., Wei, L., & Morita, A. (2021). Daily photoprotection to prevent photoaging. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 37(6), 482–489. <https://doi.org/10.1111/phpp.12688>
- Kulit: Patofisiologi dan Manifestasi Klinis
- Luze, H., Nischwitz, S. P., Zalaudek, I., Müllegger, R., & Kamolz, L. P. (2020). DNA repair enzymes in sunscreens and their impact on photoageing—A systematic review. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, 36(6), 424–432. <https://doi.org/10.1111/phpp.12597>
- Passeron, T., et al. (2021). Photoprotection according to skin phototype and dermatoses: Practical recommendations from an expert panel. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 35(7), 1460–1469. <https://doi.org/10.1111/jdv.17242>
- Pedić, L., Pondelj, N., & Šitum, M. (2020). Recent information on photoaging mechanisms and the preventive role of topical sunscreen products. *Acta Dermatovenereologica Alpina, Pannonica et Adriatica*, 25(4), 201–207. <https://doi.org/10.15570/actaapa.2020.40>
- Portilho, L., Aiello, L. M., Vasques, L. I., Bagatin, E., & Leonardi, G. R. (2022). Effectiveness of sunscreens and factors influencing sun protection: A review. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 58. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902022e20693>
- Rezkyana Danil, N. K. J. (2025). Perkembangan terkini fotoproteksi. *Cermin Dunia Kedokteran*, 52(1), 40–44. <https://doi.org/10.55175/cdk.v52i1.1297>
- Salih, H., Psomadakis, C., & George, S. M. C. (2024). Sunscreens: A narrative review. *Skin Health and Disease*, 4(6), 1–10. <https://doi.org/10.1002/ski2.432>
- Samantaray, S. S. (2025). Advances in photoaging: Causes, treatments, and diagnostic and therapeutic challenges. *Annals of Medical and Surgical Dermatology*, 2(2), 17–23. <https://doi.org/10.61577/amsd.2024.1000010>
- Sari, D. E. M., & Fitriyaningsih, S. (2020). Analisis kadar nilai sun protection factor (SPF) pada kosmetik krim tabir surya yang beredar di Kota Pati secara in vitro. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 4(1), 69–79. <https://doi.org/10.31596/cjp.v4i1.81>

- Shin, S. H., Lee, Y. H., & Rho, N. (2023). Skin aging from mechanisms to interventions: Focusing on dermal aging. *Frontiers in Physiology*, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1195272>
- Sukma, P. M. G., Yusharyahya, S. N., Menaldi, S. L. S., Legiawati, L., & Astriningrum, R. (2023). Berbagai instrumen penilaian photoaging dan karakteristiknya. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 29(1), 89–97. <https://doi.org/10.36452/jkdoktmeditek.v29i1.2454>
- Thi, L., et al. (2019). Recent trends of sunscreen cosmetic: Cosmetics. *Figure 1*, 1–15. <https://www.mdpi.com/564954>
- Uzdrowska, K., & Górska-Ponikowska, M. (2022). Sunscreen cosmetics as basic protection against photoaging. *Aesthetic Cosmetology and Medicine*, 11(6), 225–230. <https://doi.org/10.52336/ACM.2022.029>
- Wong, Q. Y. A., & Chew, F. T. (2021). Defining skin aging and its risk factors: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01573-z>
- Xu, Y., Chen, X., & Zheng, Y. (2024). Skin photoaging (2nd ed.). <https://doi.org/10.1088/978-0-7503-5112-6ch1>
- Young, A. R. (2023). The adverse consequences of not using sunscreens. *International Journal of Cosmetic Science*, 45(S1), 11–19. <https://doi.org/10.1111/ics.12897>
- Yusharyahya, S. N. (2021). Mekanisme penuaan kulit sebagai dasar pencegahan dan pengobatan kulit menua. *E-Journal Kedokteran Indonesia*, 9(2), 150. <https://doi.org/10.23886/ejki.9.49.150>